

УДК 697.3-52 + 681.513.5

О ЗАДАЧЕ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫМ РЕЖИМОМ ЗДАНИЯ С НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЬЮ В НАЧАЛЬНОМ СОСТОЯНИИ

Е.А. Алёшин

Рассматривается задача оптимального управления тепловым режимом здания с неопределенностью в начальном состоянии. Для классификации совокупности ситуаций в подсистеме внешней среды на классы предлагается использовать самообучающийся алгоритм таксономии. По измерениям начального состояния на входе делается вывод о принадлежности начального состояния к некоторому подмножеству пространственных состояний.

Ключевые слова: алгоритм таксономии, качество управления, условия неопределенности, процесс теплопотребления.

В процессе управления тепловым режимом здания неопределенность стремится к увеличению издержки, которую управляющее устройство пытается снизить. Один из подходов к решению задачи состоит в получении статистического описания неопределенности и выборе управления для уменьшения издержки. Предлагается другой подход, заключающийся в том, что по измерениям начального состояния на входе подсистемы теплопотребления можно сделать выводы о принадлежности начального состояния к некоторому подмножеству пространственных состояний. Цель состоит в выборе управления, основанного на этом измерении, которое уменьшает максимальную величину издержки для любого возможного начального состояния в подмножестве.

Так, если Q – множество возможных величин для неопределенности, Ω_u – множество допустимых вариантов управления, $J(u(\cdot), q)$ – функциональная издержка, то в задачу входит нахождение $u^*(\cdot) \in \Omega_u$, удовлетворяющего всем $u(\cdot) \in \Omega_u$:

$$\sup_{q \in Q} J(u^*(\cdot), q) < \sup_{q \in Q} J(u(\cdot), q). \quad (1)$$

Первое достаточное условие применимо, если функциональная издержка имеет седловую точку. Но часто этого не бывает, и поэтому можно воспользоваться вторым достаточным условием при отсутствии решения с седловой точкой. В этом случае задача неопределенности начального состояния превращается в задачу с известным начальным состоянием, но с неопределенными уравнениями состояния.

Таким образом, результат применим также к задачам, в которых математическая модель содержит неопределенность в уравнении, описыва-

ющем состоянии объекта. Этих двух условий достаточно для предложения методики контроля минимакса.

Начальное измерение пространства состояний на входе подсистемы теплопотребления можно поделить на две области, в одной из которых существует решение по седловой точке, т.е. $J(u^0(\cdot), q)$, удовлетворяющее:

$$J(u^0(\cdot), q) < J(u^0(\cdot), q^0) < J(u(\cdot), q^0), \quad (2)$$

где для измеренного начального состояния x_{0m} в другой области решения седловой точки нет.

Алгоритм для нахождения минимаксного управления заключается в следующем:

- автоматическая классификация ситуаций по типу возмущений на входе подсистемы теплопотребления с учетом характера их воздействия на показатель качества теплового режима;
- установление принадлежности текущего значения компонент вектора контролируемых возмущений (внешняя среда) к одному из классов гиперповерхностей;
- формирование управляющих воздействий в подсистеме теплопотребления в зависимости от возмущений, действующих на ее входе. Этот алгоритм выполняется вторым уровнем в системе.

На первом этапе статистическая информация обрабатывается по алгоритмам таксономии, что позволяет представить все множество ситуаций на входе подсистемы теплопотребления в виде отдельных таксонов.

В блоке классификации автоматически классифицируются количественные признаки x_j ($j = \overline{1, n}$) на классы по числу градаций показателя качества. Для объективной классификации статистической совокупности ситуаций в подсистеме внешней среды на классы предлагается использовать самообучающийся алгоритм таксономии [1]. Алгоритм основан на представлении технологических параметров (признаков) n -мерных объектов точками в n -мерном пространстве. Каждая n -мерная точка x_j ($j = \overline{1, n}$) (где n – значения технологических параметров) определяет некоторую ситуацию, т.е. состояние объекта. Совокупность таких точек разделяется на классы в зависимости от значения определенных мер близости между n -мерными точками. Для этого исходное множество L_0 точек преобразуется в такое множество L_v , в котором все точки, принадлежащие к одному таксону (классу), приобретают одинаковую массу

$$\lambda_{(v+1)k} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \bar{B}_{(v)ik}, \quad (3)$$

где $\bar{B}_{(v)ik}$ – вероятность принадлежности i -ой точки к таксону K .

Границы областей выделенных таксонов описываются предикатными уравнениями, используя гиперсферу $(R^2 - \|\bar{x} - \bar{x}_{ц}\|^2) \geq 0$, где $x_{ц}$ – центры таксонов. Применяя методику [1], получаем:

$$S_2 \left[\left(R_{1k}^2 - \|\bar{x} - \bar{x}_{1ц} A_k\|^2 v_1 \right) \left(R_{2k}^2 - \|\bar{x} - \bar{x}_{2ц} A_k\|^2 \right) \right] \times \quad (4)$$

$$\times v_1 v_2 \left(R_{3k}^2 - \|\bar{x} - \bar{x}_{3ц}\| v_1 \dots \right)$$

где v_1 – символ, R – дизъюнкции;

$$S_2 [P_j^+(\bar{x})] = \begin{cases} 1, & \text{если } P_j^*(x) \geq 0 \\ 0, & \text{если } P_j^*(x) \leq 0, \end{cases} \quad (5)$$

где $P_j^*(x)$ – двухзначный предикат (функция, которая определена на любом множестве, а значение принимает только на множестве 0,1); S – предикатный символ.

Таким образом, на ЭВМ реализуется автоматическое построение структурно-аналитических выражений в форме предикатных уравнений $P_j^*(\bar{x})$, описывающих гиперповерхности, которые аппроксимируют в пространстве признаков \bar{x}_j ($j = \overline{1, n}$) границы областей выделенных классов. С помощью алгоритма таксономии объединяются в группы (классы) множество состояний объекта управления, обладающих некоторой общностью свойств, что соответствует классификации ситуаций по характеру и степени воздействия возмущений со стороны «внешней среды» на подсистему теплоснабжения. Распознающее устройство распознает ситуации на входе подсистемы теплоснабжения путем установления принадлежности текущей ситуации к одному из классов. Результат распознавания определяется номером предиката $P_j^*(\bar{x})$, истинного в испытываемой точке. По значению истинного предиката данного класса блок формирования управления формирует управляющий сигнал по алгоритму оптимизации [3].

Библиографический список

1. Глухов, В.Н. Адаптивное управление процессом термообработки / В.Н. Глухов // Материалы координационного совещания по проблемам адаптации и XI семинара по адаптивным системам. ИПУ АН СССР. – Фрунзе, 1982.
2. Абрамов, О.В. Допуски и номиналы систем управления / О.В. Абрамов, В.В. Здор, А.А. Супоня. – М.: Наука, 1976.
3. Терехова, Т.Г. Геометрический подход к разделению испытываемых объектов по группам надежности / Т.Г. Терехова и др. // Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. Вып. 53. – Харьков, Вища школа, 1980.